

4690 Herne,
Freitigratstraße 19
Postfach 140
Pat-Anw. Hermann-Trentepohl
Fernsprecher: 5 10 13
5 10 14
Telegrammensehrift:
Bahrpatenten Herne
Telex 08 229 853

Dipl.-Ing. R. H. Bahr
Dipl.-Phys. Eduard Betzler
Dipl.-Ing. W. Herrmann-Trentepohl
PATENTANWÄLTE

8000 München 40,
Eisener Straße 17
Pat-Anw. Betzler
Fernsprecher: 36 30 11
36 30 12
36 30 13
Telegrammensehrift:
Babetzpat München
Telex 5215360

Bankkonten:
Bayerische Vereinsbank München 562 257
Dresdner Bank AG Herne 7-520 499
Postscheckkonto Dortmund 558 62-467

2427992

Ref.: MO 4794 Dr.Kl/hr
In der Antwort bitte angeben

Zuschrift bitte nach:
München
Abholfach 3

THERMAL SYNDICATE LIMITED

P.O.Box 6
Neptune Road

Wallsend, Northumberland, NE28 6DG (England)

Verfahren zum Messen hoher Temperaturen mit Thermoelementen

Die Erfindung betrifft Thermoelemente und insbesondere Thermoelemente mit heißer Verbindungsstelle, die zum Messen von Temperaturen im Bereich von 1200°C oder darüber geeignet sind. Eine spezielle Anwendung der Elemente gemäß der Erfindung ist die Feststellung der Eintauchtemperatur von geschmolzenen Metallbädern.

Die Erfindung betrifft ebenfalls ein Verfahren zur Temperaturmessung und ein Verfahren zur Herstellung eines

509811/0656

2427992

- 2 -

- d -

Elementes mit heißer Verbindungsstelle.

Thermoelementeinrichtungen sind für Temperaturmessungen bis zu 1800°C und mehr erhältlich. Bei Temperaturen unterhalb ca. 1000°C können basische Metalle und deren Legierungen für die Thermoelementdrähte verwendet werden, wenn jedoch die Messungen in dem Bereich von 1200°C und darüber liegen, müssen die Drähte der Elemente mit heißer Verbindungsstelle aus Platin, Rhodium, Wolfram oder Rhenium bestehen.

Bei Verwendung von edlen oder kostbaren Metallen, wie z.B. Platin, erfordern wirtschaftliche Überlegungen, daß die Thermoelementdrähte so dünn als möglich sind.

Trotzdem haben Thermoelemente aus wertvollen Metallen nur eine begrenzte Lebensdauer und sind relativ teuer. Gewöhnlich kann lediglich eine einzige Temperaturmessung mit den bekannten Elementen am oberen Ende ihres Temperaturbereiches durchgeführt werden. Für bestimmte Industriezweige, wie beispielsweise die stahlerzeugende Industrie, wo eine große Anzahl von Hochtemperaturmessungen durchgeführt werden müssen, ergeben sich daraus hohe jährliche Materialkosten. Darüber hinaus sind Thermoelemente aus wertvollen Metallen besonders schwierig herzustellen, wobei speziell die Kopplung der dünnen Drähte an der heißen Verbindungsstelle schwierig herzustellen ist, so daß die Fehlerquote dieser Elemente ziemlich hoch liegt.

Bei der Herstellung von Thermoelementen mit heißer Verbindungsstelle, die zum Eintauchen geeignet sind, müssen üblicherweise die Drähte der Thermoelemente zusammengeschweißt werden, um so die heiße Verbindungsstelle zu bilden. Bei der Verwendung von Edelmetallen haben die verwendeten Drähte einen Durchmesser unterhalb 0,1 mm und nach dem Schweißen muß die Verbindung ge-

509811/0656

- 3 -

2427992

- 3 -

- 3 .

glüht werden, so daß sie biegsam genug ist, um eine Einführung des Drahtpaars in den aufnehmenden, feuerfesten Mantel zu ermöglichen. Ein solches Verfahren ist zeitraubend und ebenso schwierig als kostspielig. Daneben hat die Verwendung von Legierungen bei geschweißten Thermoelementdrahtpaaren ihre eigenen Probleme und Schwierigkeiten. So müssen spezielle Legierungen verwendet werden, welche die Bildung einer Schweißverbindung erlauben, wodurch der Bereich der in Frage kommenden Thermoelementpaarungen beschränkt wurde, da die Drähte mehr im Hinblick auf ihre Verschweißbarkeit aber nicht für einen maximalen Thermoeffekt oder optimale Lebensdauer ausgesucht wurden. Bei der Anwendung von hohen Temperaturen tritt an der heißen Verbindungsstelle des öfteren ein Diffusionseffekt mit der Tendenz auf, die Legierungen einander anzugleichen, wodurch der Thermoeffekt verändert wird.

Eine Änderung kann ebenfalls infolge einer teilweisen Verdampfung von Legierungsbestandteilen bei hohen Temperaturen auftreten, so daß wiederum nach einer gewissen Zeit das Thermoelement falsche Werte angibt.

Wegen der obigen Schwierigkeiten sind die bekannten Thermoelemente mit heißer Verbindungsstelle zur Messung hoher Temperaturen (z.B. geschmolzenem Stahl) so ausgebildet, daß sie nur für eine einzige Messung zu gebrauchen sind.

Es wurde bisher als notwendig angesehen, daß die elektrische Verbindung zwischen den Thermoelementdrähten an der heißen Verbindungsstelle eine dauerhafte Bindung sein muß, die entweder direkt zwischen den Thermoelementdrähten oder über eine mittlere leitende Brücke erfolgt.

Die Verwendung einer leitenden Brücke aus pulverförmigem

- 4 -

509811/0656

- 4 -

- 4 .

Material wurde in der US-PS 3 477 122 vorgeschlagen, jedoch wurde das Pulver anschließend durch eine Induktionserhitzung zusammengeschmolzen um eine dauerhafte Bindung zu erzielen. Demgegenüber wurde jetzt gefunden, daß ein verbessertes Thermoelement mit heißer Verbindungsstelle gebildet werden kann, wenn die Leitfähigkeitssbrücke aus einem Pulver besteht, das bei den zu messenden Temperaturen pulverförmig bleibt.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung besteht das Verfahren zur Messung von Temperaturen im Bereich von 1200°C und darüber durch Feststellung des Potentialgefälles zwischen zwei verschiedenen Thermoelementdrähten die elektrisch miteinander verbunden sind, wobei die Verbindungsstelle sich in dem zu messenden Bereich befindet, darin, daß die elektrische Verbindung mittels einer leitfähigen Brücke erzielt wird, die aus einem fein zerteilten Material besteht, das sich zwischen den Enden der Thermoelementdrähte befindet. Eine bevorzugte elektrische Brücke besteht aus pulverisiertem Wolfram. Eine andere aus Graphit oder Wolframkarbidpulver.

Die Korngröße des Pulvers kann in weiten Grenzen variiieren. Es wurden Korngrößen unterhalb 500 Mikron und vorzugsweise unterhalb 100 Mikron benutzt.

Die Drähte des Thermoelementes können ein beliebiges Thermo-paar sein, das zur Messung von Temperaturen oberhalb 1200°C geeignet ist. Ein bevorzugtes Paar besteht aus reinem Wolframdraht auf der einen Seite und reinem Platindraht auf der anderen Seite.

Die aus reinem Metall bestehenden Leiter werden keiner Veränderung ihrer Zusammensetzung durch Diffusion oder Verdampfung unterworfen und die Elemente können daher wieder-

- 5 -

509811/0656

.5.

- 5 -

holt benutzt werden. Sogar wenn einer oder beide der benutzten Leiter Legierungen sind (z.B. wenn eine Platin-Rhodiumlegierung anstelle von Wolfram im obigen Beispiel benutzt wird), braucht die Diffusion die Lebensdauer des Thermoelementes nicht zu beeinflussen, da die Legierungen so ausgewählt werden können, daß die Verdampfungseffekte auf ein Minimum gebracht werden können und die Enden der Leiter durch die leitende Brücke physikalisch getrennt sind.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist das Thermoelement mit heißer Verbindungsstelle, dessen unterschiedliche Thermoelementdrähte in einem diese umgebenden feuerfesten elektrisch isolierenden Mantel stecken und innerhalb des Mantels elektrisch miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Mantel eine elektrische Brücke von fein zerteiltem leitfähigem Material enthält, welches einen Schmelzpunkt oberhalb der Messtemperatur aufweist, wobei die Drähte über die Partikel der Brücke in elektrischer Verbindung stehen.

Die Herstellung des Thermoelementes mit heißer Verbindungsstelle gemäß der Erfindung wird weitgehend vereinfacht, da keine Schweißung zwischen den Drähten erforderlich ist, was schon allein einen großen Vorteil darstellt. Weiterhin sind brüchige Schweißverbindungen vermieden, die gegläutet werden müssen und die oftmals beim Einführen der Leiter in den Mantel brechen. Ebenso können Thermoelementdrähte ausgewählt werden, die bisher wegen der Schwierigkeit der Kopplung der Drähte an der heißen Verbindungsstelle nicht gewählt werden konnten. Ein erfindungsgemäßes Thermoelement wird so hergestellt, daß

- 6 -

509811/0656

- 6 -

vorzugsweise das pulverförmige Material für die elektrische Brücke zuerst in einen röhrenförmigen Mantel (z.B. in Form eines U-Rohres) eingebracht wird und die Drähte anschließend in den Mantel eingeführt werden, so daß die gegenüberliegenden Enden der Drähte in der pulverförmigen elektrischen Brücke eingebettet sind. Alternativ können die Drähte zuerst in den Mantel eingebracht werden und das Pulver, das die elektrische Brücke formt, um die Enden der Drähte gestopft werden.

Bei der Arbeitstemperatur des Elementes bildet das Pulver einen völlig gleichwertigen elektrischen Kontakt zwischen den Drähten des Thermoelementes.

Die Erfindung soll nun in Bezug auf die Zeichnungen näher beschrieben werden, wobei alle drei Figuren unterschiedliche Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Thermoelementes zeigen.

Gemäß Fig. 1 ist ein Quarzrohr 1 so in sich selbst gebogen, daß zwei Schenkel 2 und 3 mit einer U-förmigen Kammer 4 am Ende gebildet werden. Die Kammer 4 befindet sich unterhalb eines eingezogenen Bereiches 5 der Schenkel 2 und 3. Ein Stück reinen Platindrahtes 6 läuft durch die Bohrung von Schenkel 2 und ein Stück reiner Wolframdraht 7 läuft durch die Bohrung von Schenkel 3. Die untere Kammer 4 enthält eine gewisse Menge Wolframpulver 8 und die unteren Enden der Drähte 6 und 7 tauchen in das Pulver ein. Der Rest des Raumes von Kammer 4 wird von zerstossenem Quarzpulver 9 eingenommen. Stopfen 10 (z.B. ein Epoxidharz) dichten die oberen Enden der Schenkel 2 und 3 ab.

Obwohl es keine direkte Berührung zwischen den Drähten 6 und 7 gibt (und daher keine bleibende Bindung zwischen ihnen) besteht wegen der Eigenschaften der vom Pulver gebildeten Brücke

- 7 -

ein guter elektrischer Kontakt bei der Messtemperatur.

Das Element mit heißer Verbindungsstelle nach Fig. 1 kann zu Temperaturmessungen im Bereich von 1200°C bis 1600°C benutzt werden (Schmelzpunkt des Wolframs 3387°C) und bis zu 30 Eintauchvorgänge in geschmolzenem Stahl können durchgeführt werden, ohne daß das Element beschädigt wird. Zum Schutze des Rohres 1 kann dieses mit einer dünnen Schicht von Graphitzement bedeckt werden, wobei diese Schicht von Zeit zu Zeit zwischen dem Eintauchen in die Metallschmelzen erneuert werden kann.

Die Ausführungsform nach Fig. 1 hat die typischen Abmessungen 48 mm für a, 1,5 mm für b, 5 bis 6 mm für c, d und e und 2 bis 3 mm für f. Das Rohr 1 kann einen inneren Durchmesser von 1,4 mm und einen äußeren Durchmesser von 2,29 mm aufweisen. Die Teilchengröße des Wolfram-pulvers kann im Bereich von 5 bis 10 Mikron liegen. Pulverförmiger Graphit, Kohlenstoff oder Wolframkarbid kann anstelle des Wolfram-pulvers 8 benutzt werden.

Die Ausführungsform nach Fig. 2 wird von konzentrischen Röhren 12 und 13 aus Quarz gebildet, eine untere Kammer 14 befindet sich unterhalb einer Einschnürung 15 in der äußeren Röhre 12. Ein Thermoelementdraht 16 (z.B. Platin) befindet sich in dem ringförmigen Raum zwischen den Röhren 12 und 13. Der andere Draht 17 (z.B. Platin-Rhodiumlegierung) verläuft innerhalb der Bohrung des Rohres 13. Ein elektrischer Kontakt zwischen den Drähten in der Kammer 14 ist über die leitende Brücke aus Pulver 18 sichergestellt, welche in Pulverform verbleibt, selbst bei den Messtemperaturen. Ein Bett aus zerstoßenem Quarz 19 ist über die Brücke aus Wolfram-pulver 18

- 8 -

geschichtet, um dieses an seinem Platz zu halten und die Berührung der Brücke 18 mit Luft auf einem Minimum zu halten.

In der Ausführungsform nach Fig. 2 könnte das Rohr 12 einen äußeren Durchmesser von 5 bis 6 mm, einen inneren Durchmesser von 4 bis 5 mm aufweisen und Rohr 13 könnte einen äußeren Durchmesser von 3 mm und einen inneren Durchmesser von 1,2 mm aufweisen. Typische Abmessungen wären 48 mm für g und 5 bis 6 mm für h und j.

Die Ausführungsform nach Fig. 3 wird von einem äußeren Rohr 22 und einem massiven Quarzstab 23 gebildet, der im Rohr 22 verläuft. In der Stange 23 sind die Thermoelementdrähte 26 und 27 aus Platin und einer Platin-Rhodiumlegierung eingeschmolzen, so daß diese über die gesamte Länge des Stabes im Inneren desselben verlaufen. Eine Kammer 24 ist am geschlossenen Ende des Rohres 22 mittels einer Einschnürung 25 gebildet.

Ein Bett aus Wolframpulver 28 mit einer Teilchengröße unterhalb 10 Mikron bildet eine elektrische Brücke für die bloßliegenden Enden der Drähte 26 und 27, welche in das Pulver eintauchen. Über dem Wolframpulver befindet sich eine Schicht von zerstossenem Quarz 29.

Da die Drähte 26 und 27 im inneren der Stange 23 verlaufen, können sie sehr dünn sein (typisch ist ein Durchmesser von 30 Mikron - obwohl auch kleinere Durchmesser möglich sind), wodurch teueres Material eingespart wird und eine robuste Konstruktion erzielt wird.

Die Länge des in Fig. 3 gezeigten Elementes kann von wenigen Millimetern bis 2m reichen und typische Abmessungen sind 0,7 mm für k, 0,5 mm für m, 0,34 mm für p und 0,2 mm

- 9 -

für n.

Die Elemente, die in den Zeichnungen dargestellt sind, können zusammen mit einer bekannten Eintauchlanze verwendet werden, welche sowohl das Element stützt als auch die elektrische Verbindung zu den oberen Enden der Thermoelementdrähte herstellt, und diese in den Meßkreis einschaltet. Die Ausführungsform nach Fig. 3 eignet sich ebenso für den Gebrauch im Bereich der Miniaturthermoelemente.

Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, daß die Herstellung der Elemente durch einfaches Zusammenstecken der einzelnen Komponenten erfolgen kann, ohne daß komplizierte Schweißverfahren an den Thermoelementdrähten erforderlich sind.

Patentansprüche:

- 10 -

- 10 .

- 10 -

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Messen von Temperaturen im Bereich von 1200°C oder darüber durch Messen des Potentials, das zwischen zwei verschiedenen, elektrisch verbundenen Thermoelementdrähten entsteht, wenn diese mit ihrer Verbindungsstelle in den Bereich der zu messenden Temperatur gebracht werden, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Verbindung mittels einer leitenden Brücke aus fein zerteiltem Material (8, 18, 28) erfolgt, die sich zwischen den Enden der Thermoelementdrähte (6, 16, 26, 7, 17, 27) befindet.
2. Ein Thermoelement mit unterschiedlichen Thermoelementdrähten, die von einem feuerfesten, elektrisch isolierenden Mantel umgeben sind und innerhalb des Mantels elektrisch miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Mantel (1, 12, 22) eine elektrische Brücke aus teilchenförmigem leitenden Material (8, 18, 28) enthält, welches einen Schmelzpunkt oberhalb der Meßtemperatur besitzt, und daß die Drähte (6, 16, 7, 17, 27) über die Teilchen besagter Brücke elektrisch verbunden sind.
3. Thermoelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Brücke aus Wolfram, Graphit, Kohlenstoff oder Wolframkarbidpulver gebildet ist.
4. Thermoelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Pulver eine Teilchengröße unterhalb 100 Mikron hat.

- 11 -

509811/0656

-41-

- 11 -

5. Thermoelement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Pulver eine Teilchengröße unterhalb 10 Mikron hat.

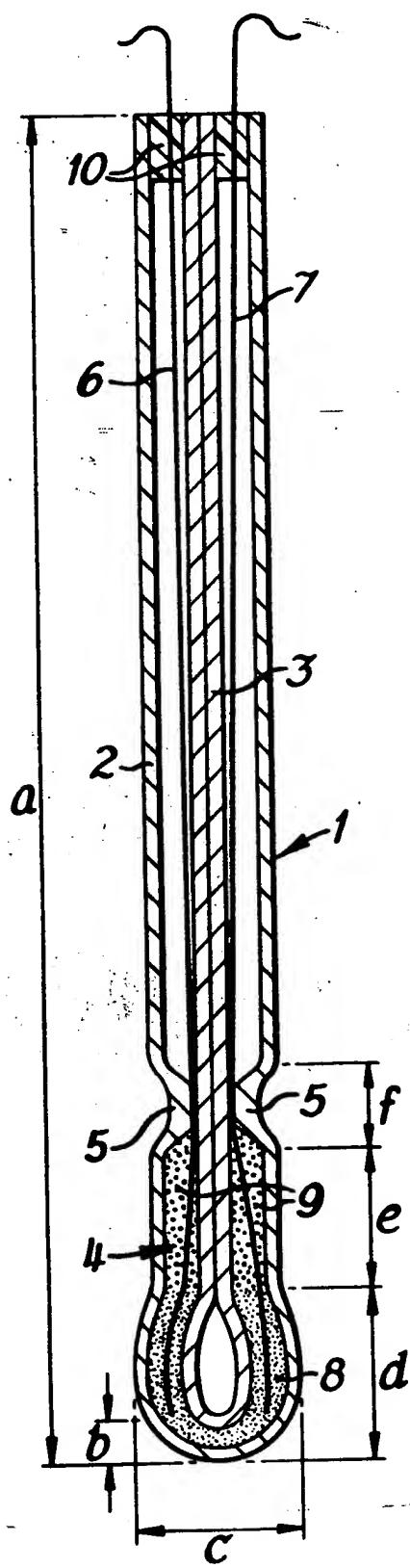
6. Thermoelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Thermoelementdrähte (26, 27) in einer innerhalb des Mantels liegenden Stange (23) aus feuerfestem, elektrisch isolierendem Material eingebettet sind und die blossen Enden der Drähte in die Brücke eintauchen.

7. Verfahren zur Herstellung eines Thermoelementes, wobei die Enden von zwei unterschiedlichen Thermoelementdrähten in einen diese umgebenden feuerfesten elektrisch isolierenden Mantel gebracht werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Enden der Drähte (6, 16, 26, 17, 27) in einem gewissen Abstand voneinander in eine Kammer (4, 14, 24) eingebettet werden, die eine leitende Brücke aus teilchenförmigem Material (8, 18, 28) enthält und die Kammer um die Drähte herum abgedichtet ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Mantel ein an einem Ende geschlossenes Rohr (12, 22) aus Quarz ist und die Brücke aus teilchenförmigem Material (18, 28) an dem geschlossenen Ende liegt und die Drähte (16, 26, 17, 27) innerhalb eines Quarzteiles verlaufen, welches in die Röhre so weit eingeführt wird, daß es unmittelbar an besagtem geschlossenen Ende endet, wobei die Drahtenden, die aus dem Teil herausragen in das teilchenförmige Material der Brücke eintauchen.

509811/0656

Fig.1



13.

Fig.2

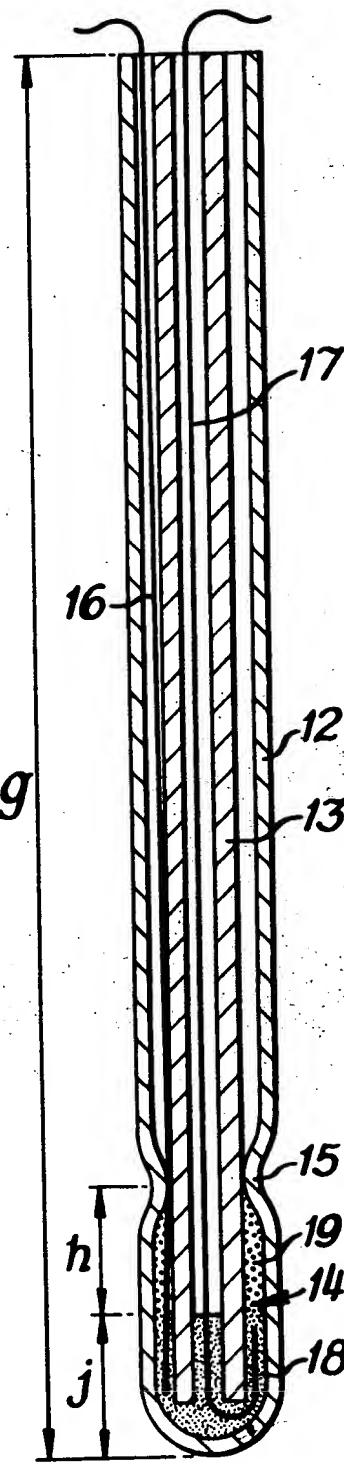
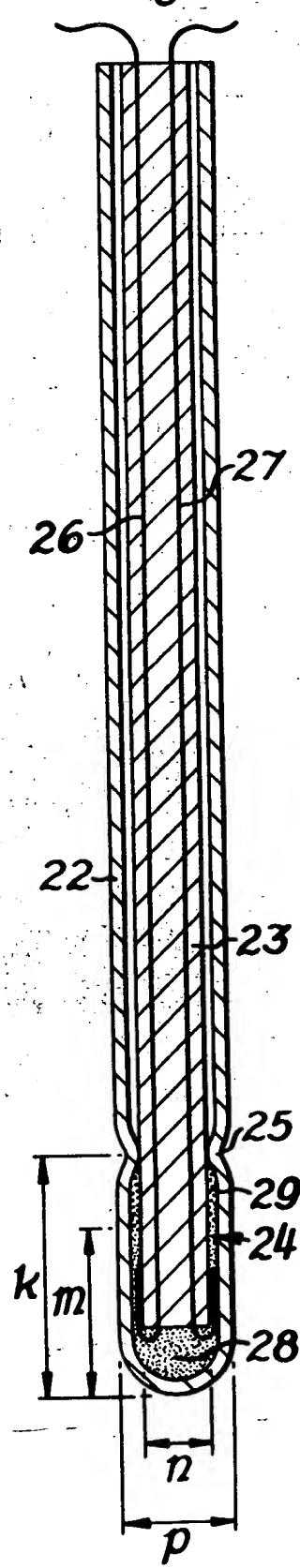


Fig.3



G01K 7-02 AT: 10.06.1974 OT: 13.03.1975

dz

509811/0656